NAOSITE: Nagasaki University's Academic Output SITE

| | |
|---|---|
| Title | 公衆電話回線によるITU-T V.34モデムの伝送実験と通信効率の向上について |
| Author(s) | 小妻, 勝; 矢田, 殖朗; 高山, 久明; 山口, 恭弘 |
| Citation | 長崎大学水産学部研究報告, v.78, pp.1-13; 1997 |
| Issue Date | 1997-03 |
| URL | http://hdl.handle.net/10069/29724 |
| Right | |

This document is downloaded at: 2015-11-06T08:19:02Z

http://naosite.lb.nagasaki-u.ac.jp

# 公衆電話回線によるITU-T V.34モデムの伝送実験と通信効率の向上について

小妻　勝，矢田　殖朗，高山　久明，山口　恭弘

# An Experiment of Data Transfer with ITU-T V.34 MODEM on a Telephone Line and Enhance the Communication Efficiency

Masaru KOZUMA, Shigeaki YADA, Hisaaki TAKAYAMA
and Yasuhiro YAMAGUCHI

We often heard a topic related to the Internet recently. Several millions of people are communicating by a personal computer in Japan. They are eager to join in the Internet with high speed modem or INS64 by public telephone line. Because, many Internet providers have been establishing for above users all over our country. Accordingly, we carried out a transmission experiment of ITU-T V.34 28800bps MODEM that will be used by many users. They can connect with the Internet by dial up IP even stay at home.

Four kinds of files were used in this experiment. There are English text file, Japanese text file, NOAA APT image file and MS-DOS execute file. Also compressed files made up from each uncompressed files.

The purpose of this research is to certify the transfer rate and to improve the communication efficiency by the V.34 28800bps MODEM.

Results were as follows;

1) No transmission error was found during the experiment.
2) An average communication efficiency of none compression file had about 413% with ZMODEM protocol and 503% with YMODEM-g protocol.
   (The numerical value compared with communication speed 9600bps.)
3) The communication efficiency of compression file was about 766% with ZMODEM protocol and 884% with YMODEM-g. Thus we can get the best efficiency by using the YMODEM-g protocol.
4) Communication efficiency of a data transmission by compression file is about 200% of which by none compression file.
5) The dial up IP for the Internet connected good condition by V.34 28800bps on the public telephone line.

**Key word:**通信効率 = communication efficiency
非圧縮ファイル = none compression file
圧縮ファイル = compression file
実行データ転送速度 = effective data transfer rate

昨今，我が国でもインターネットは大企業や大学，諸研究機関などのように大型コンピュータやワークステーションを利用したユーザーからパソコンレベルのユーザーまで，あらゆる分野での利用が急激に拡大している。このことを象徴するようにテレビ，ラジオ，新聞などのメディアでインターネットに関する話題が毎日のように取り上げられるなど過熱気味の感さえある。

このような動きの中で，延べ573 万人(1996年6月末現在，ニューメディア開発協会調べ）といわれる我が国のパソコン通信ユーザーも，インターネット参加の動きが活発化しつつあり上記ユーザーを対象にしたプロバイダが全国的に多数設立され，NTTが提供する64Kbpsの回線交換サービスINS64[1]や高速モデムと高性能のパソコンを用いてダイヤルアップIP[2](Point to Point Protocol)により自宅のパソコンから一般の公衆電話回線を使用して，インターネットに参加できるようになった。大手のパソコン通信ホスト局にも，ダイヤルアップの接続を開始しているところもあり，今後多数のパソコン通信ユーザが，インターネットに参加する動向が予見される。

そこで今回は多くのパソコン通信ユーザが使用すると予測されるITU-T V.34（以下MODEMの規格の記述ではITU-Tの文字を省略する） モデムの最高通信速度28800 bpsにより，伝送速度の確認と通信効率の更なる向上を目的として和文，欧文，画像及びMS-DOS Execute(実行型ファイル）のそれぞれの非圧縮及び圧縮ファイルについて公衆電話回線による伝送実験を行った。その結果，単位時間内のデータ伝送速度を検証するとともに，その通信効率について若干の知見が得られたのでここに報告する。

**Table 1.** Equipment and Maker

| Equipment & Software | Station A | Station B | Maker |
|---|---|---|---|
| Personal computer | PC-9821Xe | PC-9801DA | NEC |
| Display | PC-TV451 | MF-8617ES | NEC |
| Printer | PC-201H | BJ-130J | NEC,CANNON |
| Magneto-optic disk | LU-3N | LMO-400 | NIHON TEXA/Logitec |
| MODEM | PV-AF288 | PV-AF288 | AIWA |
| High-speed serial interface | MC16550 | MC16550 | MICRO CORE |
| Communication software | WTERM super version | WTERM super version | H.Inoue & Tomtom |
| File compression tool | LH.exe | LH.exe | H.Yoshizaki |
| File compare tool | MS-DOS Ver.6.2 FC.exe | MS-DOS Ver.6.2 FC.exe | NEC |

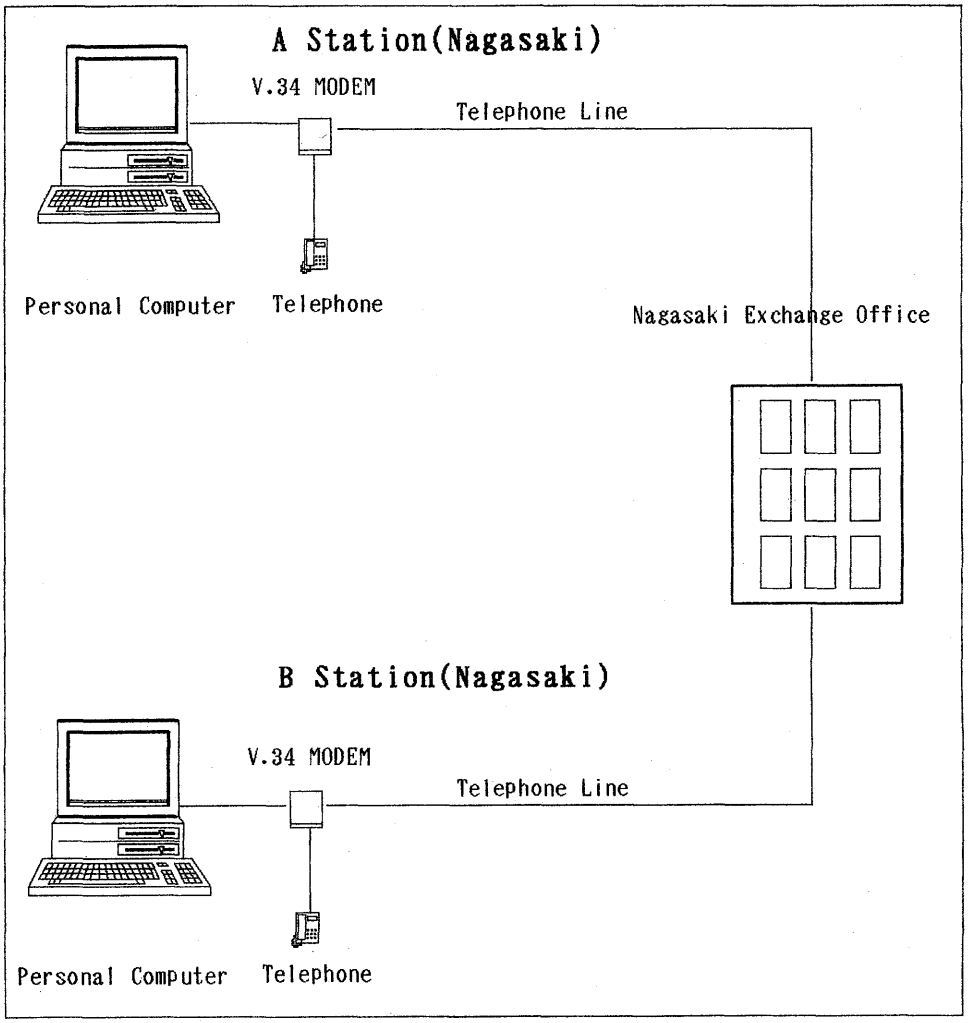


**Fig 1.** The block diagram of experiment system.

## 実験機材

1．ハードウェア及びソフトウェア

主たる機材およびソフトウェアはTable 1に示す。STATION Aのパーソナルコンピュータは，ODP(Over Drive Processor)100MHz，RAM 44MB，外部ハードディスク(2 GB-SCSI-2)及び拡張RS-232C インターフェースを増設したものであり，同じくSTATION B は，ODP 120MHz，RAM36 MB，外部ハードディスク（2.6 GB-SCSI-2）及び拡張RS-232Cインターフェース等を増設することにより高速データ伝送に対応するようにアップグレードしたものである。また本実験に使用したモデムは，ITU-T(V.34, 32bis, V.32, V.22bis, V.22, V.21)とアメリカ国内で使用されているBELL(103, 212A) 及び V.FC に準拠しており，V34 変調モードでは最低通信速度 300bps から最高通信速度28800 bpsと DTE[3] 速度115200bpsに対応している。また通信中の伝送エラーを自動的に検出・訂正する ITU-T V.42(LAPM + MNP Class4) プロトコルとデータ圧縮機能を実現するMNP Class5, Class10 及び ITU-T V.42bis プロトコルを選択できる。モデム仕様の詳細は取扱説明書[4]による。

パソコン通信ソフトは WTERM super version 及びWINDOWS95添付ソフトハイパーターミナルで，両ソフトは高速パソコン通信に対応しておりＺＭＯＤＥＭ，YMODEM，YMODEM-gなどの伝送プロトコルを内蔵している。

前回の実験[5]（以後前報告と略記）と同様圧縮ファイルの作成にはLHA.exe及びファイル比較にはFC.EXEを使用した。

## 実験方法

1．データ伝送システム

実験方法は，前報告と重複するところが殆どであるが多少異なる部分もあるので必要な部分を再掲する。

(1) 伝送システムの機器構成

前回の実験と同様に，Aステーション（長崎）とBステーション（長崎）は，共にパーソナルコンピュータの高速シリアルインターフェースを介してモデムに電話機（手動発着信に使用）及び回線が接続されている。A，B両ステーションにおいて通信ソフトWTERM super version を使用し，また長崎市内電話交換局を経由してデータ伝送実験を行った。構成図をFig. 1に示す。

また，送受信に使用するデータ用ドライブはデータの読み込みを迅速に行えるように，全て拡張メモリを利用したRAM　DISK(容量8M byte)を使用した。

(2) 通信パラメータの設定

実験で使用した通信パラメータの設定は，通信方式全二重，データビット長8 ビット，パリティーなし及びストップビット1 ビットなど日本の大手パソコン通信のホスト局が使用している設定値に準拠して行った。パラメーターの設定値をTable 2 に示す。

**Table 2.** Communication environment

| | |
|---|---|
| Asynchronus mode | Start-stop a asynchronization |
| DTE speed | 57600 bps |
| Data length | 8 bit |
| Stop bit | 1 bit |
| Flow control | RS/CS control |
| Subparameter | Nothing |
| Parity bit | Nothing |
| Kanji code | Shift JIS code |
| Data compression mode | MNP class 10 or normal mode |
| Modem speed | 28800 bps |
| Max block size | 256 bit |
| Communication mode | Auto reliable:ITU-T V.34 |
| Error correcting procedures | ITU-T V.42 or MNP |
| Line | Public telephone line |

(3) 実験データの種類

英文平文，同圧縮文，和文平文，同圧縮文，NOAA APTファイル，同圧縮ファイル及びMS-DOS実行型ファイル，同圧縮ファイルの 8種類10ファイル毎の合計80ファイルである。このうち和文平文および欧文平文のデータはアスキーファイルである。漢字を含む和文の場合とアルファベットのみを使用したファイルとでは，伝送速度が異なると思われる。また使用した実験データの内容によっても圧縮率は異なる。電話回線の状態が良好なとき，同一種類の文字構成の異なる10ファイルを伝送することにより，ある程度の和文または英文ファイルの内容によるばらつきの少ないデータ伝送速度を得ることができると思われる。

またNOAA(National Oceanic and Atomospheric Administration) APT(Automatic Picture Transmission)ファイルは，米国の海洋大気局が打ち上げた極軌道気象衛星の画像ファイルで，これをパソコンの画像に表示できるように変換したものである。ファイルのサイズはすべて246 キロバイト余りであるが，画像は内容は異なるものを使用している。パソコンの画像解析ソフトにより256 色のカラー画像解析が可能であり，ファイルの形式はランダムなアスキーファイルである。画像ファイルの伝送効率を知るためのデータファイルである。

MS-DOS実行型ファイルは，バイナリファイルである。このファイルは，制御文字が含まれ同一文字の出現頻度も小さいため伝送効率は前記のアスキーファイルと比べると小さくなると思われる。パソコンで使用する実行ファイルの伝送効率を知るためのデータファイルである。

前記の4ファイルをパソコン通信では世界標準的なLHA.EXE圧縮ソフト（アルゴリズムはハフマン法）で圧縮しさらにモデムの圧縮機能を使用した場合，通信効率がどれほど向上するかを検証した。9600bps 及び14400bpsの測定値は前報告のものを使用した。

(4) 伝送時間の測定法とファイル伝送プロトコル

NORMALモード[6]，YMODEM-g[6]及びZMODEM[6]を使用して実験データ80ファイルをAステーション，Bステーションより各1回づつ送信した。1ファイル毎の伝送開始から終了までの伝送時間をストップウォッチで測定し往復時間の平均を求めた。ここで述べるNORMALモードとは，モデムの圧縮伝送機能を断としたモードである。本モードではアス

キー系のファイルは伝送できるが，バイナリ系のファイルは伝送プロトコルがないと伝送することができない。本実験ではバイナリおよびアスキー系のファイルが混在するのでZMODEMにより伝送した。本報告では便宜上これをNORMALモードと記す。

(5) 実効データ伝送速度の計算法[5)]

モデムの実効データ伝送速度の算出は次式による。

$$\text{伝送速度 (bps)} = \frac{\text{各実験ファイルの平均バイト数 (byte)}}{\text{伝送時間 (s)}}$$

また，送信ファイルと受信ファイルのエラー検出のためにMS-DOS 外部ファイル比較コマンド FC.EXE[7)]を使用して送受信ファイルの比較を行いエラーをチェックした。

## 結果及び考察

1．　データの伝送時間及び実効速度

(1) 実験結果の詳細

実験に使用した非圧縮及び圧縮ファイル合計160 ファイルの伝送時間及び実効データ伝送速度を圧縮，非圧縮ファイル別および伝送プロトコル別にAppendix 1-1～1-4 として文末に示した。また，9600bps 及び 14400 bps伝送時間及び実効速度の測定値は前報告のものを使用した。

(2) 受信ファイルのエラー

RAM DISKで受信したファイルは揮発性であるが，受信ファイルが大量であるため MO DISK(光磁気ディスク）に伝送した。実験後オリジナルの実験用ファイルと伝送後のファイルをMS-DOS実行型ファイル比較コマンドFC.EXEで照合する手続きをとり受信ファイルのエラーをチェックした結果，28800bps の実験用ファイルの伝送中のエラーは，前回と同様，今回の実験でもすべて皆無であった。

(3) 非圧縮及び圧縮ファイルの伝送時間

実験に使用した非圧縮，圧縮ファイル別平均伝送時間(秒)をTable 3 及びTable 4 に示す。伝送プロトコルは，NORMALモード，YMODEM-g 及びZMODEMの3モードである。NOAA APTのような長いファイルでの送信の際，伝送が1～2秒間中断される現象が見られた。この理由については後で考察する。

**Table 3.** A comparison of transfer time of each none compression file on 14400 and 28800 bps, that used with ITU－T V.32bis and V.34 MODEM

| PROTOCOL / FILES (s) | 14400 bps | | | 28800 bps | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM |
| ENGLISH | 39.90 | 17.22 | 19.69 | 20.22 | 10.94 | 13.57 |
| JAPANESE | 45.81 | 19.40 | 22.45 | 23.25 | 12.34 | 15.32 |
| NOAA APT | 174.16 | 97.38 | 103.47 | 88.34 | 54.09 | 68.89 |
| MS-DOS EXE | 41.30 | 20.82 | 23.18 | 20.40 | 12.04 | 13.78 |

**Table 4.** A comparison of transfer time of each compression file on 14400 and 28800 bps, that used with ITU－T V.32bis and V.34 MODEM

| PROTOCOL / FILES (S) | 14400 bps | | | 28800 bps | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM |
| ENGLISH | 15.42 | 13.78 | 12.29 | 7.75 | 5.38 | 6.30 |
| JAPANESE | 17.60 | 14.04 | 15.65 | 8.88 | 6.20 | 7.43 |
| NOAA APT | 107.90 | 89.38 | 94.41 | 54.70 | 43.78 | 48.07 |
| MS-DOS EXE | 18.90 | 15.45 | 17.16 | 9.77 | 7.03 | 8.03 |

(4) 非圧縮及び圧縮ファイルの実効データ伝送速度

次に，非圧縮及び圧縮ファイル別平均実効データ伝送速度(bps) をTable 5 及びTable 6 として示す。

1．1 非圧縮ファイルの実効データ伝送速度

非圧縮ファイルのデータ平均伝送実効速度Table 5をNORMAL，YMODEM-g及びZMODEM毎に比較してFig. 2に示す。

(1) 14400bps の実効速度

Table 5及びFig. 2からNORMALモードでは，13600～14100bps である。速い順にNOAA APT，英語，日本語及びMS-DOS実行型ファイルであり，各ファイルとも実効速度は大差ない。

**Table 5.** A comparison of effective data transfer rate of each none compression file on 14400 and 28800 bps, that used with ITU－T V.32bis and V.34 MODEM

| PROTOCOL / FILES bps | 14400 bps | | | 28800 bps | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM |
| ENGLISH | 13919 | 32244 | 28178 | 27464 | 50755 | 41100 |
| JAPANESE | 13692 | 32408 | 27931 | 26979 | 50905 | 41219 |
| NOAA APT | 14141 | 25591 | 24007 | 27879 | 45681 | 35759 |
| MS-DOS EXE | 13646 | 26673 | 23905 | 27183 | 45986 | 40404 |

**Table 6.** A comparison of effective data transfer rate of each compression file on 14400 and 28800 bps, that used with ITU－T V.32bis and V.34 MODEM

| PROTOCOL / FILES bps | 14400 bps | | | 28800 bps | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM |
| ENGLISH | 12596 | 15791 | 14093 | 25083 | 36205 | 30853 |
| JAPANESE | 12779 | 14370 | 16043 | 25338 | 36584 | 30403 |
| NOAA APT | 13954 | 15945 | 16848 | 27524 | 34389 | 31337 |
| MS-DOS EXE | 13209 | 14539 | 16153 | 25526 | 35645 | 31164 |

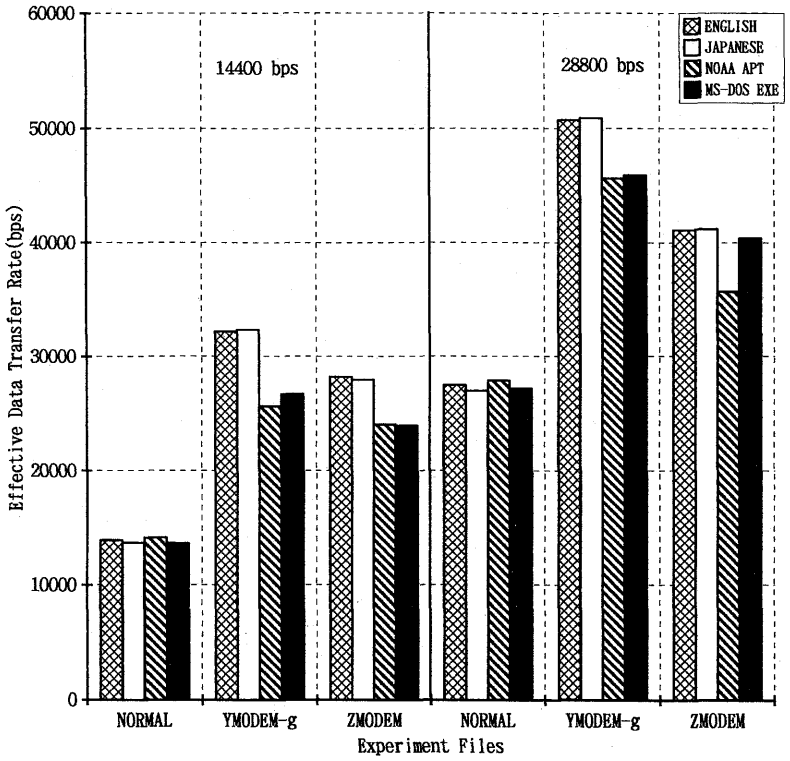


**Fig 2.** Comparison of effective data transfer rates of none compression files with a ITU－T V.32bis and V.34 MODEM.

また，Y-MODEM-gでは，25500～32400bpsの範囲であり日本語，英語，MS-DOS実行型及びNOAA APTの順となっている。日本語や英語の実効速度が他の2つのファイルに比べて特に速い。更にZMODEMでは，23900～28100bpsの範囲で，前記の傾向と同じである。ここで日本語や英語の実効速度がほかの2つのファイルに比べて速い。モデムの圧縮アルゴリズムには，文章中に同一文字が数個または数十個続くような場合，ある程度キャラクターを続けて送った後，そのキャラクタが何回続くか知らせる機能がある。これには頻繁に送信するいくつかのキャラクタを特別なビット列で表現する適応ハフマン・コーディング法や直前のキャラクタから次のデータを予測するファースト・オーダ・マルコフ・モデル[8]などのアルゴリズム等を組み合わせて使用している。日本語および英文ファイルは有意味のファイルであり内容に同一のキャラクターの連続文字列や出現頻度の高い文字が多く含まれているため圧縮アルゴリズムが有効に働くものと見られる。

(2) 28800bpsの実効速度

Table 5及びFig. 2からNORMALモードでは，26900 ～27800bps である。同様に速い順にNOAA APT，英語，MS-DOS実行型及び日本語ファイルであり，この場合も各ファイルとも実効速度は大差ない。

また，Y-MODEM-gでは，45600～50900bpsの範囲であり日本語，英語，MS-DOS実行型及びNOAA APTの順となっていて伝送速度は14400bpsの場合と同様の傾向が見られる。日本語や英語の実効速度が他の2つのファイルに比べて特に速い。

更にZMODEMでは，35700～41200bps の範囲で，日本語，英語，MS-DOS実行型及び NOAA APT の順となっていて伝送速度は14400bpsの場合と同じ傾向を示すが，ここでも日本語や英語の実効速度がほかの2つのファイルに比べて速い。この場合も前項と同じく日本語や英語のファイルに圧縮アルゴリズムが有効に働いていると見られる。

1．2 圧縮ファイルの実効データ伝送速度

圧縮ファイルの実効速度Table 6を同様に伝送プロトコル別に比較してFig. 3に示す

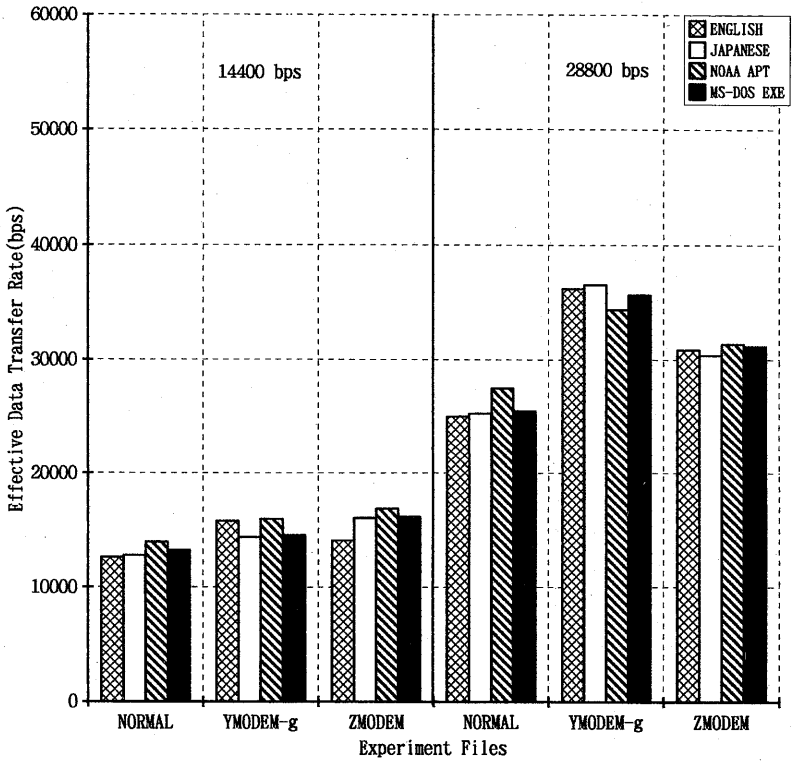


**Fig 3.** Comparison of effective data transfer rates of compression files with a ITU－T V.32bis and V.34 MODEM.

(1) 14400bpsの実効速度

Table 6及びFig. 3からNORMALモードでは，12500 ～13900bps である。同様に速い方からNOAA APT，MS-DOS実行型，日本語及び英語の順でありこの場合も各ファイルの実効速度は大差ない。また，Y-MODEM-gでは，14300～15900bps でNOAA APT，英語，MS-DOS実行型及び日本語の順である。

更にZMODEMでは，14000～16800bps で NOAA APT， MS-DOS実行型，日本語及び英語の順である。この理由はソフトウェアにより同一キャラクターの出現頻度の高い日本語や英語のファイルの圧縮率が大きく，非圧縮の場合と比較するとNOAA APT やMS-DOS実行型ファイルと実

効速度が逆転している。圧縮ソフトもハフマン法でありモデムと同様なアルゴリズムが競合しておりモデムによる圧縮はブレーキとなる傾向も見られる。

(2) 28800bps の実効速度

同様にTable 6及びFig. 3からNORMALモードでは，25000～27500bpsである。同じく速い方からNOAA APT，MS-DOS実行型，日本語及び英語の順でありこの場合も各ファイルの実効速度は大差ない。また，Y-MODEM-gでは，34300～36500bpsで日本語，英語，MS-DOS実行型及びNOAA APT の順である。

更にZMODEM では，30400～31300bps でNOAA APT， MS-DOS実行型，英語及び日本語の順でありここでは NOAA APT 及びMS-DOS実行型ファイルの伝送速度が速く前項とおなじ傾向にある。この場合も前項と同様のことがいえる。

以上の結果を考察すると

(a)28800bpsの通信速度でデータ伝送を行う場合は，ファイル伝送プロトコルは電話回線の質に応じて YMODEM-gまたはZMODEMを選択して伝送する方が，NORMALモードに比べ単位時間当たりより多くのデータを伝送できる。V.32bis モデム14400bpsでは，YMODEM-gの伝送速度はNORMALモードの約210%（以下いずれも平均値）でありZMODEMでは約190%であるのに対しV.34モデム28800bpsでは，同180%と145%である。前者と比較するとYMODEM-g で30%，ZMODEM で45%程度伝送速度の低下が見られる。また，NOAA APT のように1ファイルのデータサイズの長いファイルでは，通信バッファがオーバーフローし，フロー制御[9]がはたらき1～2秒間送信を中断する現象が見られた。この原因はモデムのDTE 最高速度115200bps の実験で使用した通信ソフトの設定は，57600bpsが限界のため伝送速度に反映し低下したたものと思われる。

このようにDTE や通信ソフトは，高速データ通信に対応したものを使用できれば，前記のような現象を防止し実効速度を更に向上させることが期待できよう。

(b)非圧縮と圧縮ファイルの実効速度を比較すると圧縮ファイルの方が非圧縮より極端に遅い。この理由としてはV.32 bisモデムと同様ソフトウエアで伝送前に圧縮をかけているため，モデムでの圧縮アルゴリズムが競合し逆効果となり伝送速度にブレーキをかける結果と考えられる。

2． 通信効率

通信速度14400bps 及び 28800bps で英文，和文，NOAA APT及びMS-DOS実行型ファイル伝送時の通信効率を比較するために基準通信速度を9600bps(V.32 MODEMの電気物理層での速度) としてTable 5 の各々の実効速度の値を9600 bps で除したものを百分率で表し，これを非圧縮ファイルの通信効率としてTable 7 に示す。またこの伝送プロトコル別比較例をFig. 4に示す。

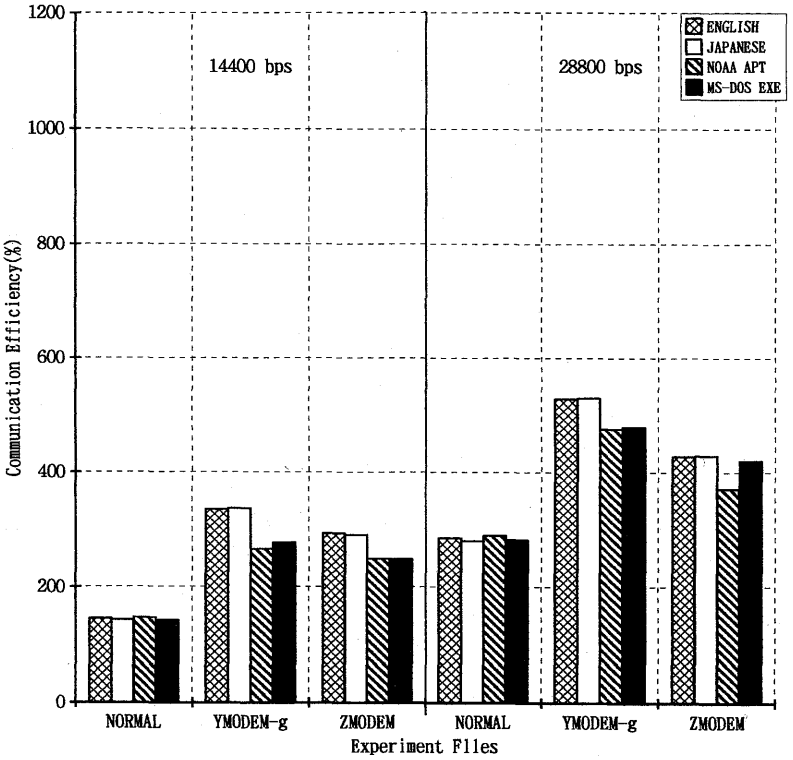


**Fig 4.** Comparison of communication efficiency of none compression files with a ITU-T V.32bis and V.34 MODEM.

**Table 7.** A comparison of communication efficiency of each none compression file on 14400 and 28800 bps, that used with ITU-T V.32bis and V.34 MODEM

| PROTOCOL / FILES (%) | 14400 bps | | | 28800 bps | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM |
| ENGLISH | 145 | 336 | 294 | 286 | 529 | 428 |
| JAPANESE | 143 | 338 | 291 | 281 | 530 | 429 |
| NOAA APT | 147 | 267 | 250 | 290 | 476 | 372 |
| MS-DOS EXE | 142 | 278 | 249 | 283 | 479 | 421 |
| TOTAL | 577 | 1219 | 1084 | 1141 | 2014 | 1651 |
| AVERAGE | 144 | 305 | 271 | 285 | 503 | 413 |

(1) 14400bpsの通信効率

Table 7 及びFig. 4 からNORMALモードの通信効率は，MS-DOS実行型の142%から NOAA APTの147%であり9600bps の平均が144%程度であることから各ファイルとも大差ない。このモードではモデムでの圧縮機能が働いていないので，ほぼモデムの通信速度に比例している。ゆえに，電気物理層での通信効率 14400bps/9600bps×100=150% でありほぼ妥当な効率といえる。

また，YMODEM-g の通信効率は，NOAA APT の267%から日本語の338%であり，また 9600bps の平均は304%程度である。ここでは日本語，英語ファイルの効率がNOAA APTやMS-DOS実行型に対して平均65%程度高い。またZMODEM の通信効率は，MS-DOS実行型の249%から英語の294%で9600bps に対し平均で271%高い。これは前項の日本語，英語ファイルの効率と同様約40% 高い。このようにテキスト系ファイルの伝送効率がバイナリ系よりも高い理由は，モデムの圧縮アルゴリズムがテキスト系に対して効率よく働くためと考えられる。

(2) 28800bpsの通信効率

同様にTable 7 及びFig. 4 からNORMALモードの通信効率は，日本語の281%からNOAA APT の290%であり 9600 bps の平均で285%であり前項と同様で，電気物理層での効率は 28800bps/9600bps×100=300% である。また14400bpsと比較すると同様に約200%の通信効率でほぼ理論的に納得のいく効率である。

また，YMODEM-gの通信効率は，NOAA APT の476%日本語の530%であり9600bps の平均で503%である。ここでは日本語，英語ファイルの効率が NOAA APT やMS-DOS実行型に対して平均53%程度高い。更にZMODEMの通信効率は，NOAA APT の371%から日本語の429%で 9600 bps と比較すると平均で412%高い。YMODEM-g の日本語，英語ファイルの効率が高いのに対して NOAA ATP ファイルが 50% 前後効率が落ちるが，他のファイルは平均化された値である。NOAA APTデータのみが他のデータと比べて効率が落ちる理由は，データ長が長いため途中でDTEのフロー制御が動作し伝送を一時中断するためで，ハードウェア及びソフトウェアが高速通信に対応するような最適化がなされていないように思われる。

この点についてはDTE スピードのアップや高性能パソコンなどを使用することでより一層の通信効率の向上が期待される。

3． 非圧縮と圧縮ファイルの通信効率の比較

非圧縮と圧縮ファイルの通信効率を比較するために，見かけ上の通信効率（以下通信効率と略記）を以下の方法で求めた。すなわち，非圧縮ファイルの伝送時間(Table 3) と圧縮ファイルの伝送時間(Table 4) の各ファイル毎の平均伝送時間の比を取って Table 8 に示した。

また圧縮ファイルの見かけ上のデータ平均伝送速度(dummy effective data transfer rate)[10] は，非圧縮ファイルの平均実効データ伝送速度Table 5 の各々の値に前述の非圧縮と圧縮ファイル伝送時間の比Table 8 の各々対応する値を乗じたものとすることができ，これをTable 9 に示す。

次に圧縮ファイルの見かけ上の通信効率は，圧縮ファイルの見かけ上の実効データ伝送速度の平均値(Table 9) の各々のファイルの値をモデム通信速度9600bps で除して示される。これをTable 10として示す。また，この各プロトコル別比較例を Fig. 5 に示す。

(1) 14400bpsの見かけ上の通信効率

前述したようにTable 10 及びFig. 5 からNORMALモードの通信効率は，高い順に英語376%，日本語371%，MS-DOS実行型311% 及びNOAA APT の237%の順である。日本語，英語がほかのファイルより平均99%程度高い。

また，YMODEM-g の通信効率は，同じく英語 470%，日本語466%，MS-DOS実行型375%及び NOAA APT の291%の順である。日本語，英語の効率がほかのファイルより平均111%程度高い。

更にZMODEMの通信効率は，英語420%，日本語416%，MS-DOS実行型336%及び NOAA APT の275%の順である。日本語，英語の効率がほかのファイルより平均139%程度高い。Table 7 及びTable 10より非圧縮と圧縮時の平均通信効率を比較するとNORMALモードで220%，YMODEM-g で130% 及びZMODEM で130% 程度の向上

**Table 8.** A ratio of transfer time with none compression and compression file on 14400 and 28800 bps, that used with ITU－T V.32bis and V.34 MODEM

| PROTOCOL / FILES | 14400 bps | | | 28800 bps | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM |
| ENGLISH | 2.59 | 1.40 | 1.43 | 2.61 | 2.03 | 2.15 |
| JAPANESE | 2.60 | 1.38 | 1.43 | 2.62 | 1.99 | 2.06 |
| NOAA APT | 1.61 | 1.09 | 1.10 | 1.61 | 1.24 | 1.43 |
| MS-DOS EXE | 2.19 | 1.35 | 1.35 | 2.09 | 1.71 | 1.72 |

**Table 9.** A comparison of dummy effective data transfer rate of each compression file on 14400 and 28800 bps, that used with ITU－T V.32bis and V.34 MODEM

| PROTOCOL / FILES bps | 14400 bps | | | 28800 bps | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM |
| ENGLISH | 36050 | 45142 | 40295 | 71681 | 103032 | 88366 |
| JAPANESE | 35598 | 44722 | 39942 | 70684 | 101300 | 84912 |
| NOAA APT | 22766 | 27894 | 26407 | 44885 | 56644 | 51135 |
| MS-DOS EXE | 29885 | 36009 | 32271 | 56812 | 78636 | 69494 |

**Table 10.** A comparison of communication efficiency of each compression file on 14400 and 28800 bps, that used with ITU－T V.32bis and V.34 MODEM

| PROTOCOL / FILES (%) | 14400 bps | | | 28800 bps | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM |
| ENGLISH | 376 | 470 | 420 | 747 | 1073 | 920 |
| JAPANESE | 371 | 466 | 416 | 736 | 1055 | 885 |
| NOAA APT | 237 | 291 | 275 | 468 | 590 | 533 |
| MS-DOS EXE | 311 | 375 | 336 | 592 | 819 | 724 |
| TOTAL | 1295 | 1602 | 1447 | 2543 | 3537 | 3062 |
| AVERAGE | 324 | 401 | 362 | 636 | 884 | 766 |

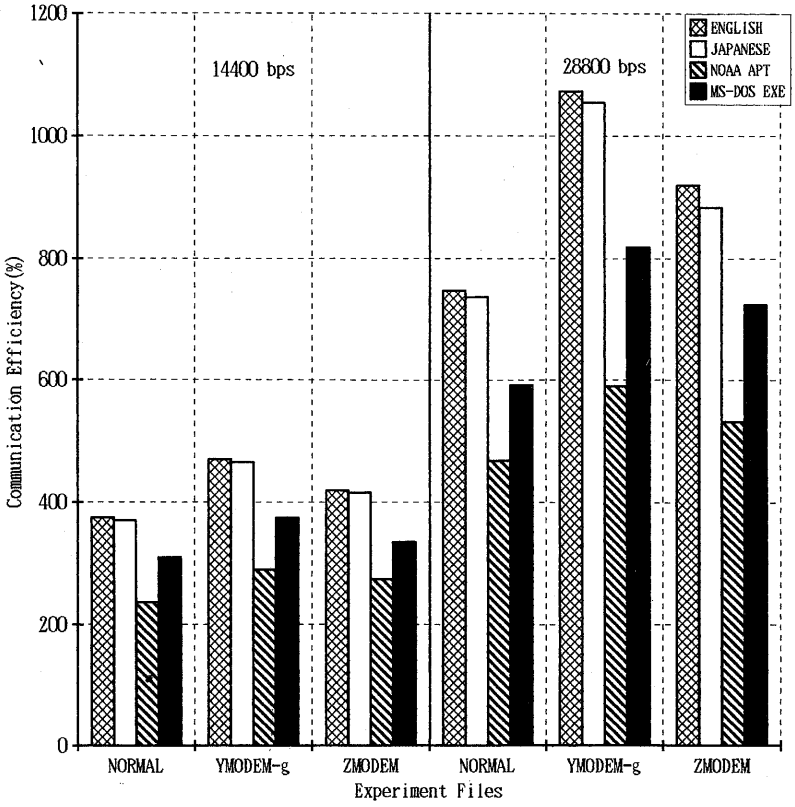


**Fig 5.** Comparison of dummy communication efficiency of compression files with a ITU－T V.32.bis and V.34 MODEM

が見られる。このことはデータを伝送する前にファイルを圧縮し，さらにモデムのデータ圧縮による効果で同量のデータを伝送する場合，非圧縮時の30% から最大120%程度通信効率が向上している。

(2) 28800bpsの見かけ上の通信効率

同様にTable 10 及びFig. 5 からNORMALモードの通信効率は，高い順に英語747%，日本語736%，MS-DOS実行型592%及びNOAA APT の468% の順である。日本語，英語がほかのファイルより平均212% 程度高い。ここでも14400bps の場合と比べると約200%程度の通信効率となっており理論的にマッチしている。

また，YMODEM-g の通信効率は，同じく英語1073%，日本語1055%，MS-DOS実行型819%及びNOAA APT の590%の順である。日本語，英語の効率がほかのファイルより平均360%程度高い。

更にZMODEMの通信効率は，英語920%，日本語885%，MS-DOS実行型724% 及びNOAA APT の533%の順である。日本語，英語の効率がほかのファイルより平均274%程度高い。14400bpsの場合と同様に，Table 7 とTable 10を比較するとNORMALモードで220%(いずれも平均値)，YMODEM-g で180% 及びZMODEMで190%程度の通信効率の向上が見られる。これはデータを伝送する前にファイルを圧縮し，さらにモデムのデータ圧縮による効果で同量のデータを伝送する場合80% から100%通信効率が向上している。またTable 7 より非圧縮時の 14400bps と28800bps の比は，NORMALモードで2倍（いずれも平均値），YMODEM-g で1.7倍及びZMODEMで1.5倍程度であるが，Table 10より圧縮時には同じく2倍，2.2倍及び2.1倍であり約14400bps の実効速度の2 倍程度となり理論的にも納得できる数値である。

## 要　約

V.34 28800bps のモデムを用いた伝送実験によって以下のことが判った。

(1) 本実験における伝送エラーは皆無であった。

(2) 伝送効率は 9600bpsを基準とすれば，非圧縮時にYMODEM-gで503%，ZMODEMで413%である。また，圧縮時の伝送効率は，YMODEM-gで884%，ZMODEMで766%である。

(3) データを圧縮して伝送した場合，非圧縮時と比べ平均2倍程度の伝送効率の向上が確保される。従って通信コストは2分の1に低減することができる。

(4) 伝送プロトコルは回線の状態が良好な場合YMODEM-g，再送要求の多発する回線ではZMODEMを使用する方が通信効率の良いデータ伝送を行うことができる。

(5) その他データ長の長いファイルは，伝送中にフロー制御のため伝送を一時中断して伝送効率の低下を招くことから，DTE や通信ソフトは，高速データ通信に対応したもの

を使用することが必要である。

## 参考文献


1) 電気通信振興会：電波・テレコム用語辞典，1995，pp86.
2) 株式会社月刊アスキー：月刊アスキー6月号，1996，p 248，株式会社アスキー，東京
3) 日外アソシエーツ株式会社：コンピュータ用語辞典，東京，1993 CD ROM，ＤＴＥ，紀伊国屋書店
4) アイワ株式会社：PV-AF288取扱説明書３章，1996，pp60-62.
5) 小妻勝，矢田殖朗，高山久明，山口恭弘：公衆電話回線による V.32bisモデム伝送実験と通信効率の向上について，本誌，77（1996）.
6) 株式会社月刊アスキー：ＡＳＣＩＩを２５６倍使うための本，1989 pp 40-41，株式会社アスキー，東京
7) 日本電気株式会社：MS-DOS Ver.6.2ユーザーズマニュアル，1994 pp105～107，日本電気株式会社，東京
8) 山本勝之，佐藤英明，森下哲：ＭＮＰオフィシャルハンドブック，1989 pp 139-139，株式会社アスキー，東京
9) 日外アソシエーツ株式会社：コンピュータ用語辞典，東京，1993 CD ROM，フロー制御，紀伊国屋書店
10) 日外アソシエーツ株式会社：コンピュータ用語辞典，東京，1993 CD ROM，見かけ上のデータ平均伝送速度，紀伊国屋書店

**Appendix 1－1. Experiment of English files**

English text files with ITU－T V.34 MODEM. Used MODEM port speed 28800bps.

| | (byte) | Transfer time(s) | | | Effective data transfer rate(bps) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FILE NAME | FILE SIZE | NORMAL | YMODEM－g | ZMODEM | NORMAL | YMODEM－g | ZMODEM |
| ENGTXT0 | 48721 | 17.77 | 9.66 | 11.66 | 27418 | 50436 | 41785 |
| ENGTXT1 | 48779 | 17.95 | 9.78 | 11.66 | 27175 | 49876 | 41834 |
| ENGTXT2 | 55345 | 20.16 | 11.00 | 13.92 | 27453 | 50314 | 39759 |
| ENGTXT3 | 49928 | 18.38 | 9.72 | 11.72 | 27164 | 51366 | 42601 |
| ENGTXT4 | 55909 | 20.38 | 10.96 | 12.80 | 27433 | 51012 | 43679 |
| ENGTXT5 | 53418 | 19.49 | 10.59 | 13.47 | 27408 | 50442 | 39657 |
| ENGTXT6 | 57835 | 21.11 | 11.70 | 13.97 | 27397 | 49432 | 41399 |
| ENGTXT7 | 65639 | 23.65 | 12.94 | 17.07 | 27754 | 50726 | 38453 |
| ENGTXT8 | 57438 | 20.92 | 11.24 | 13.31 | 27456 | 51101 | 43154 |
| ENGTXT9 | 62512 | 22.34 | 11.83 | 16.16 | 27982 | 52842 | 38683 |
| AVERAGE | 55552 | 20.22 | 10.94 | 13.57 | 27464 | 50755 | 41100 |
| TOTAL | 555524 | 202.15 | 109.42 | 135.74 | 274640 | 507546 | 411005 |

English compression files with ITU－T V.34 MODEM. Used MODEM port speed 28800bps.

| | (byte) | Transfer time(s) | | | Effective data transfer rate(bps) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FILE NAME | FILE SIZE | NORMAL | YMODEM－g | ZMODEM | NORMAL | YMODEM－g | ZMODEM |
| ENGTXT0 | 16431 | 6.59 | 4.22 | 5.30 | 24933 | 38936 | 31002 |
| ENGTXT1 | 18265 | 7.15 | 4.83 | 6.11 | 25545 | 37816 | 29894 |
| ENGTXT2 | 20263 | 8.25 | 5.55 | 6.63 | 24561 | 36510 | 30563 |
| ENGTXT3 | 17165 | 6.84 | 4.84 | 5.57 | 25095 | 35465 | 30817 |
| ENGTXT4 | 20471 | 8.50 | 5.71 | 6.78 | 24084 | 35851 | 30193 |
| ENGTXT5 | 18765 | 7.47 | 5.31 | 6.15 | 25120 | 35339 | 30512 |
| ENGTXT6 | 19123 | 7.50 | 5.39 | 6.32 | 25497 | 35479 | 30258 |
| ENGTXT7 | 22223 | 8.72 | 6.31 | 6.55 | 25485 | 35219 | 33928 |
| ENGTXT8 | 20381 | 8.15 | 5.69 | 6.67 | 25007 | 35819 | 30556 |
| ENGTXT9 | 21194 | 8.31 | 5.95 | 6.88 | 25504 | 35620 | 30805 |
| AVERAGE | 19428 | 7.75 | 5.38 | 6.30 | 25083 | 36205 | 30853 |
| TOTAL | 194281 | 77.48 | 53.80 | 62.96 | 250833 | 362053 | 308528 |

**Appendix 1－2. Experiment of Japanese files**

Japanese text files with ITU－T V.34 MODEM. Used MODEM port speed 28800bps.

| | (byte) | Transfer time(s) | | | Effective data transfer rate(bps) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FILE NAME | FILE SIZE | NORMAL | YMODEM－g | ZMODEM | NORMAL | YMODEM－g | ZMODEM |
| TEST0 | 61249 | 22.72 | 12.27 | 14.97 | 26958 | 49918 | 40914 |
| TEST1 | 60121 | 22.24 | 11.90 | 14.25 | 27033 | 50522 | 42190 |
| TEST2 | 58336 | 21.75 | 11.63 | 14.14 | 26821 | 50160 | 41256 |
| TEST3 | 56179 | 20.91 | 11.19 | 13.15 | 26867 | 50205 | 42722 |
| TEST4 | 60122 | 22.33 | 11.51 | 14.14 | 26924 | 52235 | 42519 |
| TEST5 | 68281 | 25.25 | 13.86 | 16.62 | 27042 | 49265 | 41084 |
| TEST6 | 55407 | 20.43 | 10.29 | 13.40 | 27120 | 53845 | 41349 |
| TEST7 | 55111 | 20.56 | 10.79 | 12.86 | 26805 | 51076 | 42855 |
| TEST8 | 75148 | 27.72 | 15.21 | 18.49 | 27110 | 49407 | 40643 |
| TEST9 | 77470 | 28.58 | 14.78 | 21.13 | 27106 | 52415 | 36664 |
| AVERAGE | 62742 | 23.25 | 12.34 | 15.32 | 26979 | 50905 | 41219 |
| TOTAL | 627424 | 232.49 | 123.43 | 153.15 | 269787 | 509047 | 412194 |

Japanese compression files with ITU－T V.34 MODEM. Used MODEM port speed 28800bps.

| | (byte) | Transfer time(s) | | | Effective data transfer rate(bps) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FILE NAME | FILE SIZE | NORMAL | YMODEM－g | ZMODEM | NORMAL | YMODEM－g | ZMODEM |
| TEST0 | 23226 | 9.18 | 6.39 | 7.52 | 25301 | 36347 | 30886 |
| TEST1 | 20260 | 8.08 | 5.49 | 6.72 | 25074 | 36903 | 30149 |
| TEST2 | 21948 | 8.66 | 5.71 | 7.49 | 25344 | 38438 | 29303 |
| TEST3 | 21288 | 8.32 | 5.33 | 7.12 | 25587 | 39940 | 29899 |
| TEST4 | 20079 | 8.00 | 5.52 | 6.69 | 25099 | 36375 | 30013 |
| TEST5 | 26574 | 10.35 | 7.50 | 8.71 | 25675 | 35432 | 30510 |
| TEST6 | 15606 | 6.35 | 4.26 | 5.03 | 24576 | 36634 | 31026 |
| TEST7 | 17399 | 6.98 | 4.92 | 5.50 | 24927 | 35364 | 31635 |
| TEST8 | 30824 | 11.89 | 8.74 | 10.15 | 25924 | 35268 | 30368 |
| TEST9 | 28461 | 11.00 | 8.10 | 9.41 | 25874 | 35137 | 30245 |
| AVERAGE | 22567 | 8.88 | 6.20 | 7.43 | 25338 | 36584 | 30403 |
| TOTAL | 225665 | 88.81 | 61.96 | 74.34 | 253381 | 365838 | 304034 |

Appendix 1-3. Experiment of NOAA APT files

NOAA APT files with ITU-T V.34 MODEM. Used MODEM port speed 28800bps.

| | (byte) | Transfer time(s) | | | Effective data transfer rate(bps) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FILE NAME | FILE SIZE | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM |
| I15078 | 246272 | 88.76 | 51.80 | 67.74 | 27746 | 47543 | 36355 |
| I25704 | 246272 | 88.85 | 58.57 | 67.94 | 27718 | 42047 | 36248 |
| I15092 | 246272 | 88.59 | 54.65 | 68.40 | 27799 | 45063 | 36005 |
| I25648 | 246272 | 87.33 | 48.69 | 70.63 | 28200 | 50580 | 34868 |
| I25640 | 246272 | 87.54 | 52.23 | 67.84 | 28133 | 47151 | 36302 |
| I15120 | 246272 | 88.43 | 52.40 | 69.33 | 27849 | 46998 | 35522 |
| I15134 | 246272 | 88.15 | 53.89 | 68.27 | 27938 | 45699 | 36073 |
| I15149 | 246272 | 88.53 | 59.05 | 71.06 | 27818 | 41706 | 34657 |
| I25769 | 246272 | 88.66 | 52.84 | 68.45 | 27777 | 46607 | 35978 |
| I25766 | 246272 | 88.55 | 56.73 | 69.22 | 27812 | 43411 | 35578 |
| AVERAGE | 246272 | 88.34 | 54.09 | 68.89 | 27879 | 45681 | 35759 |
| TOTAL | 2462720 | 883.39 | 540.85 | 688.88 | 278789 | 456806 | 357587 |

Compression NOAA APT files with ITU-T V.34 MODEM. Used MODEM port speed 28800bps.

| | (byte) | Transfer time(s) | | | Effective data transfer rate(bps) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FILE NAME | FILE SIZE | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM |
| I15078 | 143416 | 52.53 | 42.48 | 46.40 | 27302 | 33761 | 30909 |
| I25704 | 166409 | 60.95 | 48.05 | 53.75 | 27303 | 34632 | 30960 |
| I15092 | 150100 | 54.93 | 44.02 | 48.46 | 27326 | 34098 | 30974 |
| I25648 | 126590 | 46.54 | 37.42 | 40.29 | 27200 | 33830 | 31420 |
| I25640 | 146973 | 53.73 | 42.97 | 47.44 | 27354 | 34204 | 30981 |
| I15120 | 144696 | 53.95 | 42.84 | 46.94 | 26820 | 33776 | 30826 |
| I15134 | 152140 | 55.72 | 44.87 | 49.18 | 27304 | 33907 | 30935 |
| I15149 | 166904 | 55.68 | 43.87 | 48.09 | 29976 | 38045 | 34707 |
| I25769 | 149268 | 54.53 | 44.25 | 48.78 | 27374 | 33733 | 30600 |
| I25766 | 159530 | 58.48 | 47.05 | 51.36 | 27279 | 33906 | 31061 |
| AVERAGE | 150603 | 54.70 | 43.78 | 48.07 | 27524 | 34389 | 31337 |
| TOTAL | 1506026 | 547.04 | 437.82 | 480.69 | 275238 | 343892 | 313372 |

Appendix 1-4. Experiment of Execute files

MS-DOS Execute files with ITU-T V.34 MODEM. Used MODEM port speed 28800bps.

| | (byte) | Transfer time(s) | | | Effective data transfer rate(bps) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FILE NAME | FILE SIZE | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM |
| CALC | 40720 | 15.26 | 9.72 | 9.84 | 26684 | 41893 | 41382 |
| RECORDER | 41872 | 15.53 | 9.15 | 10.45 | 26962 | 45762 | 40069 |
| MSDOS | 49216 | 18.17 | 10.86 | 12.22 | 27086 | 45319 | 40275 |
| PROGMAN | 56608 | 20.85 | 11.88 | 13.21 | 27150 | 47650 | 42852 |
| CARDFILE | 56656 | 20.87 | 12.53 | 13.92 | 27147 | 45216 | 40701 |
| PIFEDIT | 56824 | 21.00 | 11.93 | 14.70 | 27059 | 47631 | 38656 |
| WXALSTW | 57344 | 20.95 | 12.39 | 14.53 | 27372 | 46282 | 39466 |
| CALENDER | 65824 | 24.25 | 14.56 | 16.73 | 27144 | 45209 | 39345 |
| GAIJEDIT | 66048 | 23.53 | 13.58 | 15.01 | 28070 | 48636 | 44003 |
| CUSTOM | 64024 | 23.58 | 13.84 | 17.17 | 27152 | 46260 | 37288 |
| AVERAGE | 55514 | 20.40 | 12.04 | 13.78 | 27183 | 45986 | 40404 |
| TOTAL | 555136 | 203.99 | 120.44 | 137.78 | 271826 | 459858 | 404037 |

Compression MS-DOS Execute files with ITU-T V.34 MODEM. Used MODEM port speed 28800bps.

| | (byte) | Transfer time(s) | | | Effective data transfer rate(bps) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FILE NAME | FILE SIZE | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM | NORMAL | YMODEM-g | ZMODEM |
| CALC | 22238 | 8.74 | 6.30 | 6.91 | 25444 | 35298 | 32182 |
| RECORDER | 20850 | 8.20 | 5.91 | 6.69 | 25427 | 35279 | 31166 |
| MSDOS | 25660 | 9.97 | 7.39 | 8.46 | 25737 | 34723 | 30331 |
| PROGMAN | 22232 | 8.67 | 6.21 | 7.18 | 25642 | 35800 | 30964 |
| CARDFILE | 28728 | 11.09 | 8.27 | 8.97 | 25904 | 34738 | 32027 |
| PIFEDIT | 25150 | 9.91 | 7.01 | 8.27 | 25378 | 35877 | 30411 |
| WXALSTW | 18686 | 7.87 | 4.95 | 5.87 | 23743 | 37749 | 31833 |
| CALENDER | 33958 | 12.92 | 9.26 | 10.98 | 26283 | 36672 | 30927 |
| GAIJEDIT | 22809 | 8.87 | 6.39 | 7.58 | 25715 | 35695 | 30091 |
| CUSTOM | 29809 | 11.47 | 8.61 | 9.40 | 25989 | 34621 | 31712 |
| AVERAGE | 25012 | 9.77 | 7.03 | 8.03 | 25526 | 35645 | 31164 |
| TOTAL | 250120 | 97.71 | 70.30 | 80.31 | 255263 | 356453 | 311644 |